Aus der Staatlichen Kurklinik Fürstenhof, Bad Wildungen
(Chefarzt: Dr. med. H. Zipp)
und dem Institut für Arbeitsphysiologie und
Rehabilitationsforschung der Universität Marburg
(Direktor: Professor Dr. med. G. Hildebrandt)

VERÄNDERUNGEN DER ERGOMETRISCH INDUZIERTEN ISCHÄMIEREAKTION IM VERLAUF EINER 6-WÖCHIGEN KURBEHANDLUNG

INAUGURAL-DISSERTATION
zur
Erlangung des Doktorgrades der gesamten Medizin
dem Fachbereich Humanmedizin der
Philipps-Universität Marburg
vorgelegt von

SIROUS SADEGHI-NAINI
aus Teheran

Marburg/Lahn 1978

Druck: Görich & Weiershäuser, Marburg

Aus der Staatlichen Kurklinik Fürstenhof, Bad Wildungen
(Chefarzt: Dr. med. H. Zipp)
und dem Institut für Arbeitsphysiologie und
Rehabilitationsforschung der Universität Marburg
(Direktor: Professor Dr. med. G. Hildebrandt)

VERÄNDERUNGEN DER ERGOMETRISCH INDUZIERTEN ISCHÄMIEREAKTION IM VERLAUF EINER 6-WÖCHIGEN KURBEHANDLUNG

INAUGURAL-DISSERTATION
zur
Erlangung des Doktorgrades der gesamten Medizin

dem Fachbereich Humanmedizin der
Philipps-Universität Marburg
vorgelegt von

SIROUS SADEGHI-NAINI
aus Teheran

Marburg/Lahn 1978

Druck: Görich & Weiershäuser, Marburg

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Angenommen vom Fachbereich Humanmedizin
der Universität Marburg am 27.1.1978

gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs
Humanmedizin
Dekan: Prof. Dr. med. F. Neurath
Referent: Prof. Dr. med. G. Hildebrandt
Koreferent: Prof. Dr. med.Engel

Meinen Eltern zum Dank

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546006_0054

Inhaltsverzeichnis

	Seite
I. Einleitung	1
II. Methodik	
1. Versuchspersonen, Anzahl der Untersuchungen, Meßgrößen	3
2. Versuchsanordnung	4
3. Versuchsausführung	5
4. Auswertung	6
5. Statistik	7
III. Ergebnisse	
1. Das mittlere Verhalten der Meßgrößen im Ablauf der Untersuchungstermine	9
2. Das Verhalten der Meßgrößen im Kurverlauf (Kurverlaufsdynamik)	
a) Synchronisation der Meßwerte mit den Kurtagen	11
b) Die zeitliche Verteilung der Maxima und Minima der ST-Senkung im Kurverlauf	13
IV. Diskussion	13
1. Methodische Diskussion	13
a) Zur Wertung der ST-Verlagerung	13
b) Messung von Herzfrequenz und Blutdruck	17
2. Zu den Ergebnissen	18
a) Besserung im Kurverlauf	18
b) Zeitliche Gliederung des Kurverlaufs	19
V. Zusammenfassung	21
VI. Literaturverzeichnis	22

I. Einleitung

Bei der Diagnose einer Koronarinsuffizienz kommt der Ischämiereaktion im Belastungs-EKG eine große Bedeutung zu. Insbesondere seit es gelang, die Belastung zu standardisieren, wie es mit dem Master-Test, der Kletterstufe, der Fahrradergometrie, dem Laufband, dem Hypoxietest und der Vorhofstimulation gelingt, und die für Myokardhypoxie typischen EKG-Veränderungen herauszuarbeiten, war es möglich, die Methode mit den Ergebnissen invasiver diagnostischer Maßnahmen wie z.B. der Koronarographie zu vergleichen.

Auf Grund zahlreicher Untersuchungen (MATTINGLY 1962; ROBB u. Mitarb.,1964; BLOMCHEN u.Mitarb.,197o; MOST u.Mitarb.,1969; COHN u.Mitarb. 1971; RUDOLPH u. SCHINZ, 1972) kann davon ausgegangen werden, daß das Belastungs-EKG eine Myokardhypoxie mit einem hohen Wahrscheinlichkeitsgrad wiedergibt. Deshalb werden derartige Belastungs-Tests, meistens in Form der Fahrradergometrie, häufig durchgeführt, um eine Koronarinsuffizienz festzustellen, aber auch ihren Verlauf zu verfolgen oder die Wirkung eines antianginösen Medikaments zu prüfen. So testeten MARTIN u.KALTENBACH (1974) die Wirkung von Nitroglycerin und langwirkenden Nitroderivaten mittels Ergometrie. KALTENBACH (1976) berichtete über vergleichende Untersuchungen mit Persantin, Intensain, Isoptin, Adalat, Ildamen, Segontin, Ustimon usw.; STAUCH u. HÄRICH (1973) prüften die Wirkung von Beta-Sympathicolytica (Dalzic) auf die Ischämiereaktion im Ergometer-EKG. Dabei gehen die Autoren in der Regel davon aus, daß die gefundenen ST-Veränderungen an verschiedenen Tagen in gleicher Weise reproduzierbar sind und miteinander verglichen werden können. Zwar weisen STAUCH u.Mitarb.(1973) darauf hin, daß bei mehrfacher Wiederholung des Belastungs-EKGs die ST-Senkungen schwanken können. Sie sind jedoch der Ansicht, daß man dennoch ein relativ objektives Maß für den Grad der Beeinflussung der myokardialen O_2-Bilanz durch ein Medikament erhalten kann.

Der Frage, ob die Schwankungen im Ausmaß der Ischämiereaktion einem bestimmten Rhythmus folgen,wurde bisher in Längsschnittuntersuchungen noch nicht nachgegangen. Für den Tageslängsschnitt fanden ZIPP u. ZIPP (1974) bei 7 Untersuchungen in 3stündigem Abstand innerhalb von 24 Stunden bei gleicher Belastung eine signifikante Verstärkung der ST-Senkung in den frühen Morgen- und späten Abendstunden gegenüber der geringsten ST-Senkung in der Mittagszeit, obwohl die Belastungsfrequenz sich im Tagesgang kaum änderte und der systolische Belastungsblutdruck in den Morgenstunden am tiefsten lag. Dies ist deshalb von besonderer Bedeutung, weil das Produkt aus Herzfrequenz und systolischem Blutdruck als Maß für den Sauerstoffverbrauch des Herzens gilt (ROSENKRANZ, 1972). ZIPP u. ZIPP (1974) stellten die Schwankungen der Ischämiereaktion im 24-Stunden-Ablauf in den Rahmen der bekannten vegetativen Tagesrhythmik, wie sie vor allem von HILDEBRANDT u.Mitarb.(Lit.-Übersicht s. HILDEBRANDT,1962) erforscht wurde. Danach ist der biologische Tag durch ein vagotones Maximum um 3 Uhr nachts und einen sympathicotonen Gipfel um 15 Uhr nachmittags gekennzeichnet.

Aus demselben Arbeitskreis gingen auch rhythmologische Längsschnitt-Studien bezüglich der Umstellung zahlreicher Körperfunktionen im Verlauf von Kurbehandlungen hervor. So wurden im Kurverlauf u.a. verfolgt: Die Ruhe- und Belastungspulsfrequenz, der systolische und diastolische Blutdruck, die Vitalkapazität, der Atemstoß, die Flimmerverschmelzungsgrenze, die Ruhe-Atem-Frequenz, der Puls-Atem-Quotient (HILDEBRANDT,1959), der Leistungspuls-Index, die Erholungspulssumme, die Schlafpulsfrequenz (HILDEBRANDT u.Mitarb..1971), das Herzschlagvolumen und das Herzminutenvolumen während einer Kneipp-Kur (HERRMANN,1973), die Pulswellengeschwindigkeit in der Aorta (GOEBEL,1971), die körperliche Leistungsfähigkeit, gemessen an der physical-working-capacity für 13o Pulse/min (BAIER,1971), der Grundumsatz (HILDEBRANDT u.Mitarb., 1967), die Reaktionszeit auf ein optisches Signal (ENGEL u.Mitarb.,1963), das Herzschlagvolumen im Verlaufe einer Kohlensäurebäderkur (HILDEBRANDT u. STEINKE,1962), die tägliche Schrittzahl, die Reaktionszeit und die Merkfähigkeit (HILDEBRANDT u. GEHLKEN, 1961), die Häufigkeitsverteilung

ergaben eine reaktiv-periodische Gliederung der Befundkurven im Kurverlauf. Deshalb erscheint es berechtigt, auch die ergometrisch induzierte Ischämiereaktion im Belastungs-EKG auf ihre Schwankungen im Kurverlauf hin zu untersuchen.

Da sich unsere Kurklinik mit der Rehabilitation von Koronarkranken, insbesondere Herzinfarktrekonvaleszenten, befaßt, werden Ergometrien zur Feststellung des Grades der Koronarinsuffizienz und der Belastbarkeit im Rahmen einer Bewegungstherapie von uns in großem Umfang durchgeführt. Dabei wurde auch versucht, die Frage nach einem Kurerfolg durch Ergometrien am Kuranfang und Kurende zu beantworten (FISCHES,1974). Die vorliegende Arbeit hat sich zur Aufgabe gestellt, durch ergometrische Kontrollen mit 3 Untersuchungen pro Woche die Schwankungen der Ischämiereaktion während eines 6wöchigen Kurverlaufs systematischer zu verfolgen.

II. Methodik

1. Versuchspersonen, Anzahl der Untersuchungen, Meßgrößen

Für die Untersuchungen wurden 23 Patienten unserer Kurklinik herangezogen. Sie waren männlichen Geschlechts und zwischen 36 und 65 Jahren alt (durchschnittliches Alter 54,7). Da ein Patient die Untersuchungen nicht bis zum Schluß durchführen konnte und ein anderer zu Beginn eine nur fragliche und später keine Ischämiereaktion mehr aufwies, waren nur 21 Fälle auswertbar. Sämtliche Kranken litten an einem typischen Angina pectoris-Syndrom nach Art der Bewegungsangina. 14 von ihnen hatten einen Herzinfarkt überstanden, der zwischen 3 1/2 Monaten und 1o Jahren zurücklag. Kardiovaskuläre Begleiterscheinungen lagen in Form von Hypertonie, arteriellen Beindurchblutungsstörungen, Kohlehydrat- und Fettstoffwechselstörungen vor. Alle Patienten waren vor dieser Untersuchung einer Fahrradergometrie unterzogen worden und hatten dabei eine eindeutige Ischämiereaktion gezeigt.

Bei jedem Patienten wurden zwischen 8 und 14 Fahrradergometrien während der Kur durchgeführt. Bei den meisten wurden zwischen 12 und 14 Einzeluntersuchungen vorgenommen, lediglich 1 mal ließen sich nur 8 und in einem anderen Fall nur 9 Untersuchungen durchführen. Dabei wurde darauf geachtet, daß der einzelne Patient stets zur gleichen Tageszeit untersucht wurde.
Somit ergaben sich insgesamt 251 Einzelmessungen. Bei ihnen wurden folgende Meßgrößen erhoben:

1.) das Brustwand-EKG mit den Ableitungen V 2, V 4, V 5.
2.) die mit dem EKG bestimmte Pulsfrequenz.
3.) der arterielle Blutdruck nach KOROTKOW-RIVA-ROCCI. Er wurde während der ergometrischen Belastung auf jeder Wattstufe sowie während der 6minütigen Erholungsphase in 1minütigen Abständen gemessen.
Damit die Auswertung der Belastungs-EKGs nicht durch einen Glykosideffekt gestört wurde, durften die Patienten 8 - 1o Tage vor der ersten Untersuchung kein Digitalispräparat einnehmen und blieben auch während der gesamten Beobachtungszeit von 4 Wochen frei von Herzglykosiden. Ebenso durften keine anderen herzwirksamen Medikamente wie Beta-Rezeptorenblocker oder Nitropräparate sowie blutdrucksenkende Medikamente eingenommen werden. Wenn derartige Medikamente außer Digitalis unbedingt notwendig waren, wurden sie nur am Vortag der Untersuchung sowie am Vormittag des Untersuchungstages weggelassen und konnten gleich nach der Ergometrie wieder eingenommen werden.

2. Versuchsanordnung.

Die Untersuchungen wurden im Sitzen auf einem wirbelstromgebremsten drehzahlunabhängigen Fahrradergometer der Firma Lode durchgeführt. Da sich eine optimale Arbeitsökonomie bei einer Umdrehungszahl von 4o - 5o/min ergibt, wurden die Probanden angehalten, diese Umdrehungszahl einzuhalten. Die Ableitungen V 2, V 4, V 5 des Brustwand-EKGs wurden mit einem Dreifach-Schreiber der Firma Schwartzer bei einem Papiervorschub von 5o mm/sec registriert. Die Elektroden für die Brustwandableitungen wurden mit Hilfe eines perforierten Gummigurts, der straff um den Brustkorb gelegt wurde, an den entsprechenden

Stellen befestigt. Die Eichung betrug wie üblich 1 mV = 1 cm. Um die Arme frei zu halten, wurden die 3 Extremitätenableitungen als Wilson-Sammelelektrode auf dem Rücken angebracht. Während der Untersuchung wurde das EKG mittels eines Oscilloskops laufend überwacht. Ein Defibrillator für Notfall-Situationen stand bereit. Es kam jedoch zu keinen Zwischenfällen.

3. Versuchsausführung

Die Untersuchungen wurden stets zwischen 11 und 15.3o Uhr vorgenommen. Der Tageslauf am Untersuchungstag wich von dem sonstigen Ablauf nicht ab. Die Patienten nahmen weiter ihre Kuranwendungen. Sie bekamen statt des sonst üblichen täglichen Fahrradtrainings nur an den Tagen, die zwischen den Ergometeruntersuchungen lagen, eine zusätzliche Verordnung für das Übungsfahrrad, da die Ergometeruntersuchung, die in der Regel 3 x in der Woche durchgeführt wurde, bereits als Fahrradtraining gelten konnte. Somit wurden Überbelastungen vermieden.

Nachdem die Patienten sich nach entsprechender Einstellung der Sattelhöhe auf das Fahrradergometer gesetzt hatten, wurden die EKG-Elektroden angelegt, die Blutdruckmanschette wurde angewickelt, der Monitor eingeschaltet. Dann wurden die Daten für den Kopf des Untersuchungsprotokolls aus dem Krankenblatt notiert. Damit vergingen in der Regel 5 Minuten. Dann wurde ein Ruhe-EKG registriert und eine Ruhe-Blutdruckmessung vorgenommen. Das EKG wurde durch eine Hilfsperson [+)] geschrieben. Am Ergometer wurden als Belastungsstufe zunächst 5o Watt eingestellt. Nach 2 Minuten Tretarbeit wurde während weiterer Belastung das EKG geschrieben und der Blutdruck gemessen. Evtl. Beschwerden wurden notiert. Dann wurde die Belastung um 25 Watt erhöht und nach 2 Minuten die gleiche Messung erneut vorgenommen. Die Belastung wurde in 25 Watt-Schritten mit dazwischen

---

+) Fräulein Erika Günther sei an dieser Stelle für ihre Hilfe vielmals gedankt.

liegenden Messungen jeweils nach 2 Minuten so lange gesteigert, bis entweder die anginösen Beschwerden zu stark wurden oder die Intensität der ST-Senkung für eine zu starke Hypoxie des Herzmuskels sprach. Die dabei angewandten Belastungsstufen lagen zwischen 5o und 125 Watt. In jedem Fall wurde die Belastungsstufe zu erreichen versucht, bei der während der ersten Untersuchung die Ischämiereaktion am deutlichsten war. Diese Einhaltung einer individuell konstanten Endbelastungsstufe gelang mit nur wenigen Ausnahmen.

4. Auswertung

Aus dem registrierten Belastungs-EKG wurde die jeweilige Pulsfrequenz mit dem Ekameter ermittelt (Messung der R-R-Abstände). Zur genauen Bestimmung des Ausmaßes der ST-Senkung mußten 2 Kammerkomplexe herausgesucht werden, die insbesondere bezüglich der PQ-Strecke auf gleicher Höhe lagen. Dies war nicht immer leicht, weil durch Bewegung, Atmung und Schwitzen infolge der Belastung die Null-Linie des EKG's zeitweilige Schwankungen aufwies, da ja während des Fahrradtretens registriert wurde. Es gelang jedoch, bei Durchsicht von jeweils etwa 1o Herzaktionen mehrere auf gleichem Niveau gelegene Kammerkomplexe herauszufinden.Die PQ-Strecken dieser Schläge wurden mit einer dünnen Bleistift-Linie verbunden. Dann wurde mittels Schraubzirkels gemessen, wie tief der ST-Abgang (junction-point) unter dieser Verbindungslinie lag. Dieser Meßvorgang wurde mindestens dreimal an jeweils zwei auf gleicher Ebene liegenden Kammerkomplexen ausgeführt und aus den drei Meßergebnissen ein Mittelwert gebildet.

Außerdem wurde die Art des ST-Verlaufs, ob ascendierend, horizontal oder descendierend, registriert. Dabei wurde festgestellt, daß der ST-Verlauf bei sämtlichen Messungen horizontal oder descendierend war. In der Ableitung V 2 wurden in keinem Falle ST-Senkungen gefunden. Die gemessenen Tiefen der ST-Senkung in den Ableitungen V 4 und V 5 wurden addiert. Dieses Vorgehen wurde von STAUCH und HÄRICH (1973) empfohlen, um beide Meßgrößen mit einer Zahl erfassen zu können. Damit wurden Verlaufs-Schwankungen erfaßt und ausgeglichen, die z.B. dadurch auftreten können, daß die

ST-Senkung in V 4 bei einer niedrigen Belastung zuerst auftritt, bei höherer Stufe dann aber in V 5 stärker in Erscheinung tritt. Somit repräsentiert die von uns addierte ST-Strekkensenkung, durch 2 geteilt, eine "durchschnittliche" ST-Senkung zwischen V 4 und V 5.

Aus der Pulsfrequenz und dem systolischen Blutdruck auf der Belastungsstufe, bei der die Ischämiereaktion gemessen wurde, wurde ein Produkt gebildet, dessen Wert, durch 1oo geteilt, ein brauchbares Maß für die Größe des jeweiligen Sauerstoffverbrauchs des Herzmuskels angibt (ROSENKRANZ 1972).

5. Statistik

Von jedem der 21 untersuchten Patienten wurde der Mittelwert sämtlicher ST-Senkungen im Kurverlauf sowie der Mittelwert der Belastungspulssteigerung und des Produktes aus Belastungspuls und systolischem Belastungsdruck errechnet. Diese intra-individuellen Kur-Mittelwerte wurden jeweils gleich 1oo gesetzt. Somit ergab sich für jede Person eine Kurverlaufskurve mit 9 - 14 Einzelmessungen, die die jeweiligen prozentualen Abweichungen vom individuellen Mittelwert darstellte.

Schwierigkeiten ergaben sich bei dem Versuch, für das gesamte Kollektiv eine Kurverlaufsdarstellung zu geben. Sie entstanden dadurch, daß nicht sämtliche Untersuchungen am gleichen Kurtag beginnen konnten und an den selben Tagen weitergeführt wurden. Vielmehr hing der Beginn der Untersuchungsreihe von verschiedenen äußeren Umständen ab, wie z.B. dem Zeitpunkt der ersten Ergometeruntersuchung, bei der eine Ischämiereaktion festgestellt wurde, dem Zeitpunkt, an dem zu der bestimmten Tageszeit ein Ergometrietermin frei war, sowie von dem Umstand, ob herzwirksame Glykoside, also insbesondere Digitalispräparate, eingenommen worden waren und eine entsprechende Pause erforderlich wurde. Da in der ersten Kurwoche aus den erwähnten Gründen nur 3 Ergometrien durchgeführt werden konnten, wurde für diese Woche nur der Mittelwert aus den 3 Untersuchungen benutzt. Auch in der zweiten Woche war die Anzahl der Untersuchungen mit 22 noch gering. Hier wurden für den 8., 11. und 14. Tag Mittelwerte

von je 3 Probanden errechnet. In der 3. - 6. Woche war die Untersuchungsdichte dann so groß, daß für jeden Wochentag ein Mittelwert aus den an diesem Tag durchgeführten Untersuchungen für die einzelnen Meßgrößen gebildet werden konnte.

Die Standardabweichung vom arithmetischen Mittelwert wurde nach der Formel:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - M)^2}{n - 1}}$$

ermittelt, wobei $\sum (x - M)^2$ die Summe der quadrierten Einzelabweichungen (x) vom Mittelwert (M) darstellt.

Als Maß für die Verbindlichkeit der Gesamtmittelwerte M wurden die Standardfehler der Mittelwerte (σM) berechnet.

$$\sigma M = \pm \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Ob unterschiedliche Werte an verschiedenen Kurtagen zufällig oder wahrscheinlich sind, sagt der Quotient $t = \frac{D}{\sigma D}$ aus. Zu dessen Ermittlung sind folgende Berechnungen nötig:

a) die Differenz der beiden in Frage kommenden Mittelwerte:
$D = M_1 - M_2$.

b) der mittlere Fehler dieser Differenz (σD)
$\sigma D = \sqrt{\sigma^2 M_1 + \sigma^2 M_2}$

Die Signifikanz dieser Mittelwert -Differenz wird festgestellt, indem man für den betreffenden Freiheitsgrad $m = n_1 + n_2 - 2$ den entsprechenden p-Wert der Student-Verteilung aus den einschlägigen Tabellenwerten entnimmt (Dokumenta Geigy, Wissenschaftliche Tabellen).

III. Ergebnisse

1. Das mittlere Verhalten der Meßgrößen im Ablauf der Untersuchungstermine

Um zunächst einen Oberblick über das Gesamtergebnis der Untersuchungen zu gewinnen,sind in Abb. 1 die Gruppenmittelwerte aller drei Meßgrößen für die einzelnen Untersuchungstermine dargestellt. Da die Anzahl der Untersuchungstermine nicht für alle Patienten gleich gehalten werden konnte (vgl. S 7), wurden für diese Darstellung die jweils ersten und letzten 6 Untersuchungstermine aller Patienten zusammengefaßt.

Wie die obere Kurve der Abbildung zeigt, geht die Größe der ST-Senkung im Laufe der Kurbehandlung bzw. in der Folge der Untersuchungstermine in einem statistisch gut gesicherten Ausmaß zurück. Die höchsten Werte finden sich im Durchschnitt der Patientengruppe während der ersten drei Untersuchungstermine, dann wird in einem ziemlich steilen Abfall der Mittelwerte bereits zum Zeitpunkt der 5. Untersuchung ein unter dem Kurmittelwert liegendes Niveau erreicht, das bis zum letzten Untersuchungstermin im wesentlichen erhalten bleibt. Die Differenz der Mittelwerte der ST-Senkung zwischen dem 1. und letzten Untersuchungstermin war auf dem 1%-Niveau, die zwischen dem 1. und dem 6.-letzten Termin auf dem 2%-Niveau signifikant. Der Gesamtrückgang der ST-Senkung in unserer Patientengruppe liegt im Durchschnitt bei über 2o%.

Die zweite Kurve der Abbildung zeigt den mittleren Verlauf der relativen Arbeitspulssteigerung an den einzelnen Untersuchungsterminen. Die Pulssteigerung geht zwar im Laufe der ersten 4 Untersuchungstermine gleichfalls auf ein geringeres Niveau zurück, doch ist dieser Abfall beim Vergleich einzelner Meßtermine statistisch nicht hinreichend gesichert. Immerhin fällt auf, daß auch die nur geringeren Schwankungen der Kurve im späteren Verlauf eine gewisse Parallelität zu den Änderungen der ST-Senkung aufweisen.

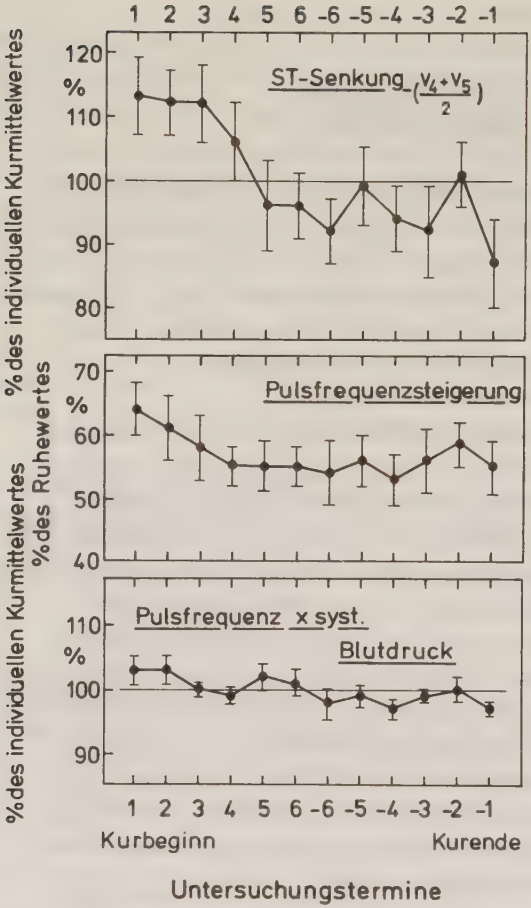

Abb. 1

Gruppenmittelwerte für die Summe der ST-Senkung in Abl. V_{4+5}, die Pulsfrequenzsteigerung unter Belastung in Prozent des Ausgangswertes und das Produkt aus Pulsfrequenz und systolischem Blutdruck auf der maximalen Ischämiestufe für die einzelnen Untersuchungstermine.
Die Klammern bezeichnen den Bereich des mittleren Fehlers der Mittelwerte.

Die dritte Kurve stellt das mittlere Verhalten des Produkts von Herzfrequenz und systolischem Blutdruck auf der maximalen Ischämiestufe dar. Man sieht, daß diese Kurve nur unbedeutende Schwankungen um die 1oo%-Linie zeigt und somit eine noch geringere Übereinstimmung mit der der ST-Senkungen erkennen läßt als die der Arbeitspulssteigerung. Daraus geht hervor, daß die Veränderungen des Ausmaßes der ST-Senkungen nicht nur durch einen veränderten O_2 -Verbrauch bedingt sein können, für den das genannte Produkt repräsentativ ist.

2. Das Verhalten der Meßgrößen im Kurverlauf (Kurverlaufsdynamik)

a) Synchronisation der Meßwerte mit den Kurtagen

Die Mittelwertskurve der ST-Senkungen in den Ableitungen V4 und V5 läßt im Kurverlauf (Abb. 2) in der 3. Kurwoche zwei Gipfel erkennen, deren Maxima um 3o% bzw. 24% über dem 1oo%-Wert des mittleren intraindividuellen Kurmittelwertes liegen. Somit verstärken sich also die Ischämiereaktionen in der 3. Kurwoche noch einmal bei insgesamt im Kurverlauf signifikant abnehmender Mittelwertskurve. Zwei kleinere Gipfel in der 4. und 5. Kurwoche sind demgegenüber nicht signifikant. Von der 3. Kurwoche ab ist vielmehr eine Kurvenberuhigung festzustellen insofern, als die Meßwerte an den einzelnen Kurtagen jetzt nur noch geringfügig von dem 1oo%-Niveau abweichen.

Bei der Mittelwertskurve des Belastungspulsanstiegs (Differenz zwischen Ruhe- und Belastungspuls auf der Ischämiestufe) im Kurverlauf ist der höchste Anstieg am Ende der 2. Kurwoche zu verzeichnen. Im weiteren Verlauf bewegt sich die Kurve nur mit kleinen Schwankungen um ein gleichbleibendes Niveau. Die mittlere Kurverlaufskurve für das Produkt aus Pulsfrequenz und systolischem Blutdruck zeigt einen gleichförmigen Verlauf ohne besondere Gliederung und läßt insbesondere in der 3. Kurwoche kein Äquivalent für die Zunahme der ST-Senkungen in dieser Phase erkennen.

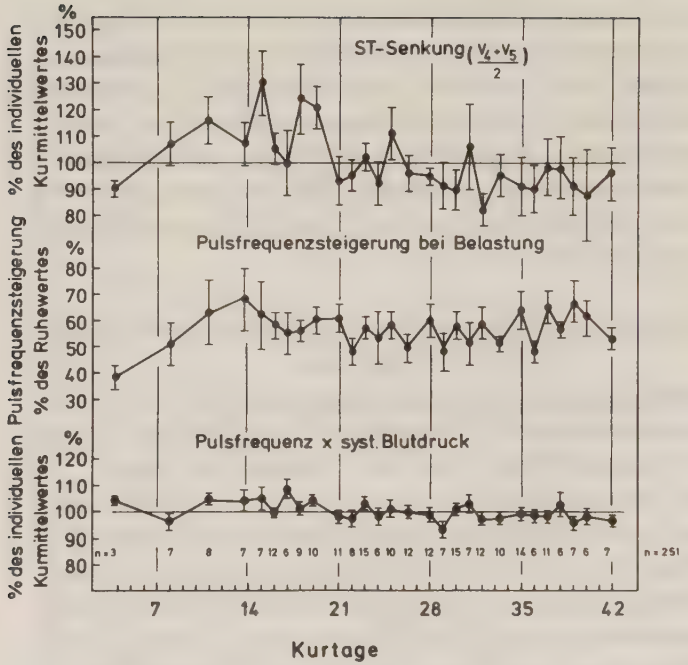

Abb. 2

Mittelwertskurve der ST-Senkungen in Abl. V_{4+5} im Kurverlauf. In gleicher Weise sind Pulsfrequenzsteigerung unter Belastung in Prozent des Ausgangswertes und das Produkt aus Pulsfrequenz und systolischem Blutdruck auf der Belastungsstufe mit maximaler Ischämiestufe für die einzelnen Kurtage dargestellt.
Die Klammern bezeichnen den Bereich des mittleren Fehlers der Mittelwerte.

b) Die zeitliche Verteilung der Maxima und Minima der ST-Senkung im Kurverlauf

Zur Untersuchung der zeitlichen Verteilung von positiven und negativen Auslenkungen im Verlauf der individuellen Kurven der ST-Senkung wurden zunächst sämtliche Maxima und Minima dieser Verlaufskurven bezeichnet und zu einer zeitlichen Häufigkeitsverteilung zusammengestellt.Dabei ergab sich, daß in manchen Abschnitten des Kurverlaufs die Häufigkeit der Maxima die der Minima und umgekehrt deutlich übertraf. Um dieses Überwiegen von Maxima oder Minima quantitativ vergleichbar zu machen, wurde die Häufigkeit für jeden Kurtag auf die Häufigkeit der an diesem Termin durchgeführten Untersuchungen bezogen und in Prozent davon ausgedrückt. Sodann wurden die relativen Maxima- und Minimahäufigkeiten für jeden Kurtag voneinander abgezogen, um das Überwiegen der Maxima oder Minima quantitativ zum Ausdruck zu bringen, und zugleich eine übergreifende Dreiermittlung zur Glättung der zufälligen Schwankungen ausgeführt. Das Ergebnis dieses Vorgehens zeigt Abb. 3 in Form einer Kurve, die bei Überschreiten der Null-Linie ein Überwiegen der Maximahäufigkeit, bei deren Unterschreiten ein Überwiegen der Minimahäufigkeit in den individuellen Verlaufskurven der ST-Senkung während der Kur zum Ausdruck bringt.

Es zeigt sich, daß im Bereich des 7. Kurtages ein auffälliges Überwiegen maximaler ST-Senkungen eintritt, das sich in ähnlicher Ausprägung im Bereich des 2o. Kurtages noch einmal wiederholt. Die übrigenSchwankungen erscheinen dagegen unbedeutend, allerdings nimmt die Unruhe der Kurve gegen das Kurende hin wieder etwas zu.

IV. Diskussion

1. Methodische Diskussion

a) Zur Wertung der ST-Verlagerung

Die typische ischämische ST-Senkung, die sich aus der Vielzahl möglicher Veränderungen der ST-Strecke heraushebt, ist nach den Untersuchungen von ROBB und MARKS (1964) sowie

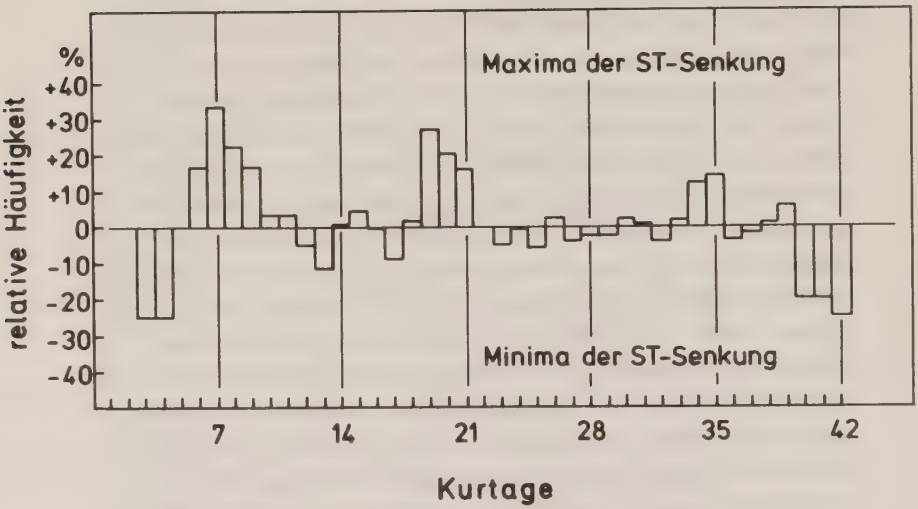

Abb. 3

Relative Häufigkeit von Maxima und Minima der ST-Senkungen im Kurverlauf.

MATTINGLY (1962) charakterisiert durch eine Senkung des Anfangspunktes des ST-Stücks (junction point oder J-Punkt) unter die Null-Linie, die dem PQ-Niveau entspricht. Zusätzlich wird ein horizontaler oder descendierender Verlauf der ST-Strecke gefordert. Während eine derartige ST-Senkung mit horizontalem oder descendierendem Verlauf als sicheres Zeichen einer Ischämiereaktion gilt, wird eine mögliche Ischämiereaktion bei fehlender Senkung des J-Punktes dann angenommen, wenn der ST-Verlauf eindeutig descendierend ist,und bei tiefer J-Punkt-Senkung, wenn der Verlauf der ST-Strecke nur leicht ascendierend ist und am Ende noch deutlicher unter der Null-Linie bleibt, oder wenn eine tiefe muldenförmige ST-Senkung vorliegt (SAMEK 1974). ROBB und MARKS (1964) kamen zu ihren Ergebnissen dadurch, daß sie 659 Personen, bei denen ein Belastungs-EKG durchgeführt worden war, 1 - 13 Jahre nachbeobachteten. Die Mortalität von Personen mit den genannten Kriterien im Belastungs-EKG war mehr als viermal so hoch wie bei solchen ohne derartige EKG-Veränderungen. Bei nahezu allen Verstorbenen wurde ein Koronartod diagnostiziert. T-Abflachungen und ascendierende ST-Senkung ergaben demgegenüber kein erhöhtes koronares Mortalitätsrisiko. MATTINGLY (1962) fand pathologisch-anatomisch ein hohes Maß an Übereinstimmung zwischen den morphologischen Koronarveränderungen und den genannten Veränderungen im Belastungs-EKG. DOYLE und KINCH (197o) beobachteten bei symptomfreien Männern, die eine ischämische ST-Senkung unter Belastung zeigten, in 85% der Fälle innerhalb von 5 Jahren eine Angina pectoris, einen Herzinfarkt oder einen Herztod. Eine weitere Stütze für die Spezifität der genannten ST-Veränderungen ist aus tierexperimentellen Untersuchungen zu entnehmen. CASE und Mitarbeiter (1966) stellten bei vorübergehender Drosselung eines Kranzarterienstammes bei Hunden parallel mit der lokalen Mangeldurchblutung des Myokards eine entsprechende ST-Senkung fest. Schließlich wurde die Aussagekraft der ischämischen ST-Veränderung im Belastungs-EKG noch durch Vergleiche mit koronarographischen Befunden erhärtet. MARTIN und Mc CONAHAY (1972) verglichen die koronarographischen Befunde bei loo Personen mit ST-Veränderungen im Belastungs-EKG oder sofort nach maximaler

Belastung auf dem Laufband. Aus ihren Befunden war ersichtlich, daß mit der Anzahl der befallenen Koronargefäße die Häufigkeit der horizontalen oder descendierenden ST-Senkung ansteigt. Allerdings können auch Personen ohne deutlich nachweisbare Koronarstenosen ischämische ST-Senkungen, also einen falsch-positiven Befund, aufweisen. Schließlich wurden auch falsch-negative Befunde registriert, insbesondere dann,wenn als Ischämiehinweis nur eine ST-Senkung von o.1 mV und mehr unter der Belastung angenommen wird. Nach SEIPEL und Mitarbeitern (1975) erhält man unter Zugrundelegung einer ST-Senkung von o.o5 mV und mehr in 43% falsch-positive und in 16% falsch-negative Ergebnisse. Geht man von einer ST-Senkung von o.o75 mV und mehr aus, ist das Verhältnis falsch-positiv und falsch-negativ 23 zu 32%, bei einem Grenzwert von mindestens o.1 mV ST-Senkung wie 11 zu 38%. Aufgrund dieser Befunde verwenden einige Autoren (SAMEK 1974) o.o5 mV als untersten Grenzwert einer ischämischen ST-Verlagerung und nehmen damit einen relativ hohen Prozentsatz von falsch-positiven Befunden. Die meisten Autoren fordern jedoch o.1 mV und erhalten damit nur wenig falsch-positive Informationen unter Inkaufnahme zahlreicher falsch-negativer Fälle. Wir schlossen uns diesem Vorgehen an.

Aus Vergleichsuntersuchungen zwischen Belastungs-Elektrokardiogramm und Koronarographie geht des weiteren hervor, daß auch eine quantitative Übereinstimmung zwischen Tiefe der ST-Senkung und Schwere der Koronarsklerose besteht. Wird eine ischämische ST-Senkung von o.2 mV und mehr gefunden, so ist mit 95%-iger Wahrscheinlichkeit eine krankhafte Veränderung nicht nur eines Koronarastes, sondern mehrerer Kranzgefäßstämme anzunehmen (MOST u.Mitarbeiter 1969; COHN und Mitarbeiter 1971). Mit 7o%-iger Wahrscheinlichkeit sind in derartigen Fällen sogar alle 3 Hauptstämme des Koronarsystems stenosiert (RUDOLPH und SCHINZ 1972). Mangelnde Übereinstimmungen zwischen dem Befund des Belastungs-EKG's und der Koronarographie sind dadurch zu erklären, daß bei der Koronarographie häufig Verengungen, die kleiner als 5o% sind, unberücksichtigt bleiben. Auch solche Stenosen mit unter 5o% Lumeneinengung können sich bei hohen Belastungen

bereits funktionell auswirken. Überhaupt muß man davon ausgehen, daß die Koronarographie eine morphologische, das Belastungs-EKG aber eine funktionelle Beurteilung der koronaren Durchblutung ermöglicht. So werden bei der Koronarographie nur Gefäße bis zu einem Lumen von 25o - 5oo µm dargestellt. Aber auch Gefäße unterhalb dieses Kalibers können entweder als Anastomosen durchblutungsfördernd wirken oder, wenn sie stenosiert sind, Mangeldurchblutungen hervorrufen. Bei falsch-negativen Ergebnissen ist zu bedenken, daß eine ergometrische Aussage oft nicht möglich ist, wenn die Brustwand-Elektroden im Narbenbereich eines ausgedehnten Vorderwandinfarktes liegen. Auch Art und Intensität der Belastung sind von großer Bedeutung. So konnten KRÖNER und Mitarbeiter (zit. n. SAMEK 1974) zeigen, daß beim Vergleich von 7 Belastungsarten die ergometrische Belastung in allen Fällen von Angina pectoris-Patienten ischämische ST-Senkungen aufwies, während bei Kniebeugen oder beim Master-Test nur in einem Teil der Patienten ischämische ST-Senkungen zu verzeichnen waren.

b) Messung von Herzfrequenz und Blutdruck

Die Herzfrequenzmessung ist sowohl in Ruhe als auch unter Belastung aus den EKG-Kurven mit dem Meßlineal (Ekameter) ohne Schwierigkeiten möglich. Messungen des Blutdrucks nach KOROTKOW-RIVA-ROCCI weichen von blutigen Messungen nicht wesentlich ab, wenn berücksichtigt wird, daß die Manschette breit genug (14 cm) und so lang ist, daß sie den Oberarm gut umschließt. Außerdem muß der Manschettendruck am Beginn der Untersuchung 3o mm Hg über dem zu erwartenden systolischen Blutdruck liegen und die Manschettenluft mit einer Geschwindigkeit von 2-3 mm Hg pro Herzschlag abgelassen werden (WHO-Report 1961).

Unter diesen Umständen besteht eine gute Korrelation zwischen indirekt und direkt gemessenen Blutdruckwerten (HOLLAND 1964). Da die Bestimmung des diastolischen Blutdrucks unter Belastung mit einer größeren Fehlerbreite behaftet ist, haben wir nur den systolischen Blutdruckwert verwendet, der uns für die Bildung des Produkts aus Herzfrequenz und systolischem Blutdruck unter Belastung als Maß für den Sauerstoffverbrauch des Herzens wichtig war.

2. Zu den Ergebnissen

a) Besserung im Kurverlauf

Die Abnahme der Mittelwerte der ST-Senkung im Verlauf der Kurbehandlung ist statistisch zu sichern und spricht für einen Rückgang der Belastungsischämie des Herzmuskels im Kurverlauf. Dieser Befund muß als Besserung der Koronarinsuffizienz gedeutet werden, da in dem Beobachtungszeitraum keine langwirkenden Herzmedikamente,wie Digitalisglykoside,eingenommen werden durften und auch kürzer wirkende Mittel, die den Herzstoffwechsel, die Herzdynamik und die Herzdurchblutung - und damit die ST-Strecke des EKG's - beeinflussen können (Beta-Blocker, Nitropräparate), lange genug vor den jeweiligen Untersuchungen weggelassen wurden. Ob diese Besserung auf bestimmte Kuranwendungen oder auf die Kur als Ganzes zurückzuführen ist, muß dahingestellt bleiben. Von den Anwendungen, die den Koronarkranken am häufigsten verordnet wurden, wie Gymnastik in leistungsgestuften Gruppen, Wandern nach Terrainkurplan, Schwimmen und Übungsfahrrad, ist bekannt, daß sie über einen Trainingseffekt den Herzmuskelstoffwechsel ökonomisieren (Literaturübersicht s. LOHR 1972). Auch bezüglich der als ortsgebundene Kurmittel häufig verordneten CO_2-Bäder ist ein Einfluß des einzelnen Bades auf Kreislauf und Hämodynamik sichergestellt (Lit.-Übersicht s. OTT 1960). Andererseits hat OTT (1960) auf den Gesamteffekt einer Bäderserie durch Summation von Einzelwirkungen im Sinne einer vegetativen Umstimmung mit cholinergisch-trophotrop getönter Sekundärwirkung hingewiesen. Vor allem HILDEBRANDT und sein Arbeitskreis haben eine Vielzahl von Belegen dafür gebracht, daß weniger eine einzelne Anwendung als vielmehr die Kur als Ganzes einen Anstoß zur vegetativen Umschaltung in trophotroper Richtung gibt (Lit.-Übersicht s. HILDEBRANDT 1962). Diese Umschaltung ist unspezifischer Art und läßt sich bei Kneipp-Kuren und Höhenklima-Einwirkungen ebenso feststellen wie bei CO_2-Bäderkuren (Lit.-Übersicht s. HILDEBRANDT 1975). In dieser Hinsicht treffen sich Bewegungstherapie und kurörtliche Gesamttherapie einschließlich Milieu- und Klimaeinwirkung, indem sie beide zu einer gleichgerichteten vegetativen Umstellung führen.

Diese Umstellung führt in vielen Fällen zu einer Besserung sowohl der objektiven Befunde als auch der subjektiven Beschwerden. So fand RIEDEL (1976) bei der Auswertung von Kurtagebüchern im Verlauf einer Wildunger Kur einen Rückgang von Herzbeschwerden. Während bei Kurbeginn 24% der befragten Patienten Herzbeschwerden angaben, waren es am Kurende nur noch 1o%. Ein ähnlicher Beschwerderückgang war für Allgemeinsymptome, wie innere Unruhe, Angstgefühl, Stimmungslabilität und Schlafstörungen zu beobachten. Entsprechende Befunde von HILDEBRANDT und FRANK (1974) während einer Kneipp-Kur unterstreichen auch hier die Unspezifität der Kurmaßnahmen.

Nachdem die Besserung zahlreicher objektiver Herz- und Kreislaufparameter im Kurverlauf nachgewiesen wurde (s. Einleitung), konnte durch die vorliegende Untersuchung eine Besserung auch der Koronarinsuffizienz im Verlauf einer Kur gezeigt werden. Da die Maxima und Minima der ST-Senkung nicht mit entsprechenden Gipfeln und Senkungen in der Kurve für den Belastungspulsanstieg und das Produkt aus Herzfrequenz und systolischem Blutdruck auf der höchsten Belastungsstufe einhergehen, kann man die verringerte ST-Senkung und verminderte Myokardischämie nicht nur als Folge eines verringerten Sauerstoffverbrauchs ansehen; vielmehr muß ein autonomer Mechanismus bezüglich der Ökonomisierung des Myokardstoffwechsels und der Regulierung der Sauerstoffbilanz im Herzmuskel angenommen werden. Dementsprechend fand POLAK (1974), daß die Normalisierung von ST-Segment-Senkungen und/oder T-Zacken-Abflachungen 6o min. nach Gabe eines Betablockers nicht vom Verhalten der Pulsfrequenz nach Betablockade abhängt und dieser nicht parallel geht. Der Autor nimmt für die Erklärung dieser mangelnden Kongruenz eine verschiedenartige vegetative Beeinflussung von Sinusknoten und Arbeitsmyokard an.

b) Zeitliche Gliederung des Kurverlaufs

Bezieht man die Veränderungen der Belastungsischämie, ausgedrückt durch das Ausmaß der ST-Senkung, auf die einzelnen Kurtage, so zeigt die Mittelwertskurve in der 3. Kurwoche ein

Maximum. Dieser Befund deckt sich mit dem Erfahrungsgut alter Badeärzte, die eine "Kurreaktion" mit vorübergehender Verschlechterung des Zustandes ihrer Kurpatienten in der 3. Kurwoche beobachten. Auch der Befund einer Häufung maximaler ST-Senkungen im Bereich des 7. und 2o. Kurtages läßt sich gut in die von HILDEBRANDT (1975) und Mitarbeitern erarbeitete Kurverlaufsdynamik einordnen. Nach diesen Untersuchungen ist der Kurverlauf charakterisiert durch einen zeitlich gegliederten prozeßhaften Verlauf mit überwiegend circaseptaner Periodik, der Krisentage um die Kurwochenenden am 7., 14. und 21. Kurtag aufweist. Diese kritischen Tage sind aufgrund des zeitlichen Verhaltens der subjektiven Beschwerden, objektiver Befunde und auch der Häufigkeitsverteilung von Todesfällen im Kurverlauf nachzuweisen (HILDEBRANDT 1963). Eine nähere Differenzierung von sogenannten frühreaktiven Verlaufstypen mit Betonung der Kurkrise im Bereich des 7. Kurtages und sogenannten spätreaktiven Verlaufstypen, bei denen die Kurkrisen im Bereich des 2o. Kurtages akzentuiert auftreten, konnte an dem hier vorgelegten, noch verhältnismäßig kleinem Datenmaterial allerdings noch nicht vorgenommen werden.

V. Zusammenfassung

Bei 21 Kurpatienten, die an einem typischen Angina-pectoris-Syndrom nach Art einer Bewegungsangina litten und von denen 14 einen Herzinfarkt überstanden hatten,wurden im Verlauf einer 4- bis 6-wöchigen Rehabilitationskurbehandlung zwischen 8 und 14, in der Mehrzahl zwischen 12 und 14 Fahrradergometrien vorgenommen. Die Behandlung bestand je nach Schwere des Falles in einer dosierten Bewegungstherapie in Form von Übungsfahrrad, Gymnastik, Schwimmen und Wandern. In der Regel wurden zusätzlich auch Kohlensäurebäder verordnet.Das Ausmaß der Ischämiereaktion, kenntlich an der gemessenen ST-Senkung unter gleichbleibender ergometrischer Belastung zeigte im Kurverlauf typische Veränderungen. Insgesamt kam es zu einem durchschnittlichen Rückgang der Größe der ST-Senkung von etwa 2o%, der am Kurende gegenüber dem Kurbeginn auf dem 1%-Niveau signifikant war. Daraus kann auf eine Besserung der Koronarinsuffizienz im Kurverlauf geschlossen werden. Darüberhinaus wies der Verlauf der Mittelwertkurve der ST-Senkung periodisch gegliederte Schwankungen mit Maxima am Ende der 1. und 3. Kurwoche auf, was früheren Untersuchungen über Reaktions-Periodik des Kurverlaufs mit bevorzugten Kurkrisenterminen entspricht. Die gefundenen Veränderungen der Belastungsischämie können nicht allein durch Änderungen der Belastungsherzfrequenz und des Blutdruck-Frequenzprodukts, wie sie im Kurverlauf zu beobachten sind, erklärt werden, da diese für den O_2-Verbrauch des Herzmuskels bestimmenden Größen im Kurverlauf nur geringfügige und nicht gleichgerichtete Veränderungen zeigen.

Literaturverzeichnis

BAIER, H.: Die Beeinflussung von körperlicher Leistungsfähigkeit und Kreislauffunktion durch aktivierende Kurbehandlung bei Patienten mit funktionellen Herz- und Kreislaufstörungen. Z. physikal. Med. 2, 356 - 37o (1971).

BLOHMKE, M.: Belastungstest des Kreislaufs, in: Epidemiologie und Präventivmedizin, Dr. Alfred Hütig Verlag, Heidelberg 1969.

BLOMCHEN, G./H. KIEFER/H.ROSKAMM/K. SCHNELLBACHER/H.REINDELL: Die Korrelation zwischen pathologischer Anatomie und Funktionsstörungen bei Koronarkranken. Verh. dtsch.Ges. Kreislaufforsch.,, 36, 214 - 218 (197o).

CASE, R.B./ H.A. ROSELLE/ R.S. CRAMPTON: Relation of ST-depression to metabolic and hemodynamic events. Cardiologia 48, 32 - 41 (1966).

COHN, P.F./ P.S. VAKONAS/ M.V. HERMANN/ R.GORLIN: Postexercise Electrocardiogram in Patients with Abnormal Resting Electrocardiogram. Circulation, 43, 648-654 (1971).

DOYLE, J.T.KINCH: The prognosis of an abnormal electrocardiographic stress test. Circulation 41, 545 - 553 (197o).

ENGEL, P./ G. HILDEBRANDT/ H. BERGER: Zur Objektivierung psychophysischer Umstellungen im Kurverlauf. Arch. physikal. Ther. 15, 335 - 342 (1963).

FISCHES,S.: Die submaximale Ergometerbelastung als Leistungstest zur Oberprüfung rehabilitativer Maßnahmen bei Infarktpatienten. Med. Inaugural-Dissertation, Mainz (1974).

GOEBEL, A.: Untersuchungen über die Beeinflussung der Dynamik des arteriellen Windkessels durch CO_2-Badekuren in Abhängigkeit von vegetativer Ausgangslage und Jahreszeit. Med. Inaugural-Dissertation, Marburg/Lahn (1971).

HERRMANN, M.: Kreislaufstörungen während der aktivierenden Kurbehandlung im Kneipp-Heilbad. Med. Inaugural-Dissertation, Marburg/Lahn (1973).

HILDEBRANDT, G.: Balneologie und vegetative Regulationen. Die Therapiewoche 9, 465 - 486 (1959).

HILDEBRANDT, G./ K.GEHLKEN: Aktuelle Probleme der Balneologie. Ärztl. Forschung 15. 76 - 84 (1961).

HILDEBRANDT, G./ L. STEINKE: Zur Frage der Kreislaufumstellung während der CO_2-Bäderkuren. Arch. physikal. Ther. 14, 321 - 326 (1962).

HILDEBRANDT, G.: Biologische Rhythmen und ihre Bedeutung für die Bäder- und Klimaheilkunde, in: W. AMELUNG und A. EVERS (Hrsg.): Handbuch der Bäder- und Klimaheilkunde, 73o - 785, Schattauer-Stuttgart 1962.

HILDEBRANDT, G.: Probleme des Kurverlaufs bei Bäder- und Klimakuren. Balneol. Beiblätter (Beilage zu den ärztlichen Mitteilungen) Nr. 5/6 (1963).

HILDEBRANDT, G.: Wissenschaftliche Grundlagen der modernen Balneologie, Therapiewoche 25, 4122 - 413o (1975).

HILDEBRANDT, G./ G. JAECK/ E. PONTOPPIDAN: Der Grundumsatz im Verlauf von CO_2-Badekuren. Arch. physikal. Ther., 19, 455 - 46o (1967).

HILDEBRANDT, G./ F. DAMM/ P. ENGEL/ E. GONNERMANN/ R.SCHNEIDER/ G. SCHWARZ: Untersuchungen über das Verhalten der Arbeits- und Schlafpulsfrequenz bei der Akklimatisation von Wintersportlern in 12oo m Höhe. 2. Phys. Med. 3, 67 - 73 (1973).

HILDEBRANDT, G./ D. FRANK: Der subjektive Verlauf der aktivierenden Kneipp-Kurbehandlung und seine Abhängigkeit vom biologischen Jahresrhythmus. Z. angew. Bäder- und Klimaheilkunde 21, 177 - 194 (1974).

HOLLAND, W.W./ S. HUMMERFELDT: zit. nach BLOHMKE (1969).

KALTENBACH, M.: Konservative Therapie der koronaren Herzkrankheit. Dtsch.med.Wschr. 1o1, 2o8 - 213 (1976).

KRÖNER: zit. nach SAMEK (1974).

LÖHR, K: Bewegung und Training der Herzkrankheit als Teil ihrer Kurorttherapie. Z. Bäder- und Klimaheilkunde 19, 375 - 396 (1972).

MARTIN, C.M./ D.R. Mc CONAHAY: Maximal treadmill exercise electrocardiographic Correlations with coronary arteriography and cardiac hemodynamics. Circulation 46, 956 - 962 (1972).

MARTIN, K.L./ M. KALTENBACH: Behandlung der Angina pectoris mit Nitroglycerin und wirksamen Nitroderivaten. Herz/Kreislauf 6, 531 - 536 (1974).

MATTINGLY, T.W.: The Postexercise Electrocardiogram. Am J. Cardiol., 9, 395 - 4o9 (1962).

MOST, A.S./ H.G. KEMP/ R. GORLIN: Postexercise Electrocardiography in Patients with Arteriographically Documented Artery Disease. Am int. Med. 71, 1o43 - 1o49 (1969).

OTT, V.R.: Physikalische und balneologische Therapie der Herzkrankheiten. Verh. dtsch. Ges. f. Kreislaufforsch.

POLAK, F.: Ein Beitrag zur Diagnostik der durch Betablockade beeinflußten ST-T-Veränderungen im Elektrokardiogramm. Z. Kardiol. 63, 818 - 831 (1974).

RIEDEL, E.: Kurzwischenfälle und subjektiver Befindungsverlauf von Herz- und Kreislaufkranken bei konventioneller Badekur und vorwiegend trainierender Kurbehandlung. Med. Inaugural-Dissertation, Marburg/Lahn (1977).

ROBB, G.P./H.H. MARKS: Latent Coronary Artery Disease. Determination of its Presence and Severity by the Exercise Electrocardiogram. Am. J. Cardiol. 13, 6o3 - 618 (1964).

ROSENKRANZ, K.A. Münch. med. Wschr. 114, 1154 (1972).

RUDOLPH, W./ A. SCHINZ: Diagnostik der koronaren Herzerkrankung. Internist 13, 366 - 372 (1972).

SAMEK, L.: Kardiologisches Seminar: Leistungsfähigkeit und Belastbarkeit in Abhängigkeit vom Ruhe- und Belastungs-EKG bei koronarer Herzerkrankung. Herz/Kreislauf 6, 172 - 176 (1974).

SEIPEL, L./ W. KRELHAUS/ F. LOOGEN: Koronare Herzerkrankungen: EKG-Diagnostik, Diagnostik 8, 528 - 531 (1975).

STAUCH, M./ B.K.S. HÄRICH: Vergleichende Belastungsuntersuchungen bei Patienten mit Koronarinsuffizienz unter Beta-Sympathikolyse mit Practolol. Dtsch. med. Wschr. 98, 2287 - 2292 (1973).

ZIPP, H./ZIPP, Ch.: Tagesrhythmische Schwankungen der Ischämiereaktion im Belastungs-EKG und ihre Beziehungen zur Herzdynamik. Med. Welt 25, 1288 - 1292 (1974).

Herrn Professor Dr. med. G. Hildebrandt gilt an dieser Stelle mein aufrichtiger Dank für die Ermöglichung dieser Untersuchungen durch die Überlassung des Themas und die Kritik bei der Anfertigung dieser Arbeit.

Herrn Chefarzt Dr. med. H. Zipp danke ich für die Überlassung der Patienten aus der Kurklinik Fürstenhof und besonders für seinen kollegialen klinischen Rat.

Lebenslauf

Ich wurde am 9. Juli 194o in Teheran geboren.
Meine Eltern waren Mostafa Sadeghi Naini und seine Ehefrau Zahra, geb. Sadeghi Naini.

Von 1947 bis 1953 besuchte ich die Behzad Schule in Teheran, von 1953 bis 1959 besuchte ich die Alborz Schule in Teheran, wo ich 1959 das Abitur machte.

Von 196o bis 1962 war ich in England, um dort meine Kenntnisse in englischer Sprache zu erweitern.Gleichzeitig legte ich dort "Advanced level Physics" ab.

1963 habe ich die deutsche Sprache in München erlernt.
Es schloß sich das Studium der Medizin an den Universitäten Mainz und Erlangen an. Das medizinische Staatsexamen legte ich 1972 in Erlangen ab.

Die Tätigkeit als Medizinalassistent leistete ich an den Universitätskliniken Mainz ab. Von Februar 1974 bis Dezember 1976 arbeitete ich an der Kurklinik Fürstenhof, Bad Wildungen, wo ich in Zusammenarbeit mit dem Institut für Arbeitsphysiologie und Rehabilitationsforschung der Universität Marburg die Untersuchungen für meine Promotionsarbeit durchführte.

Seit Februar 1977 arbeite ich im Krankenhaus Fritzlar.

Meine akademischen Lehrer waren die
Herren Professoren und Dozenten

Universität Mainz:
Artelt, Bässler, Berthold, Bornhef, Bredt, Chelius, Dabelow, Denk, Erdmann, Falke, Friedberg, Heischkel, Hohn, Kern, Klages, Klaus, Klein, Kley, Korting, Kottgen, Kümmerle, Lang, Langen, Leithoff, Mappes, Marquardt, Matzker, Mislin, Müller, Netter, Nover, Overzier, Peters, Schölmerisch, Schurmann, Schweikert, Selenka, Straßmann, Thews, Watzka, Wellensick, Wolf;

Universität Erlangen:
Bauer, Bünte, Demling, Diethelman, Dördelmann, Gall, Gräf, Heim, Horstmann, Keidel, Knapp, May, Merkel, Michalzik, Müller, Soyka, Steinhardt, Stephan, Strobel, Suchenwirth, Valentin, Witte, Wollensak, Zeilhofer;

Universität Marburg/Lahn:
Hildebrandt.